

Химия элементов. Лекция

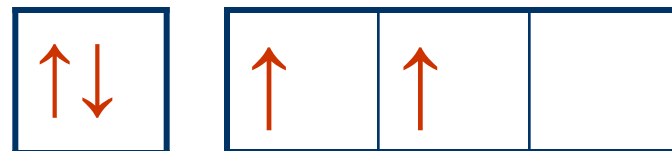
Общая характеристика элементов
IVА-группы. Углерод и кремний

Общая электронная формула внешнего слоя



s^2

p^2



P - элементы

Изменение свойств в группе

На внешнем слое 4 электрона, значит,
являются неметаллами

C

Si

Ge

Sn

Pb



Металлические свойства
увеличиваются

Элементы IVA-группы

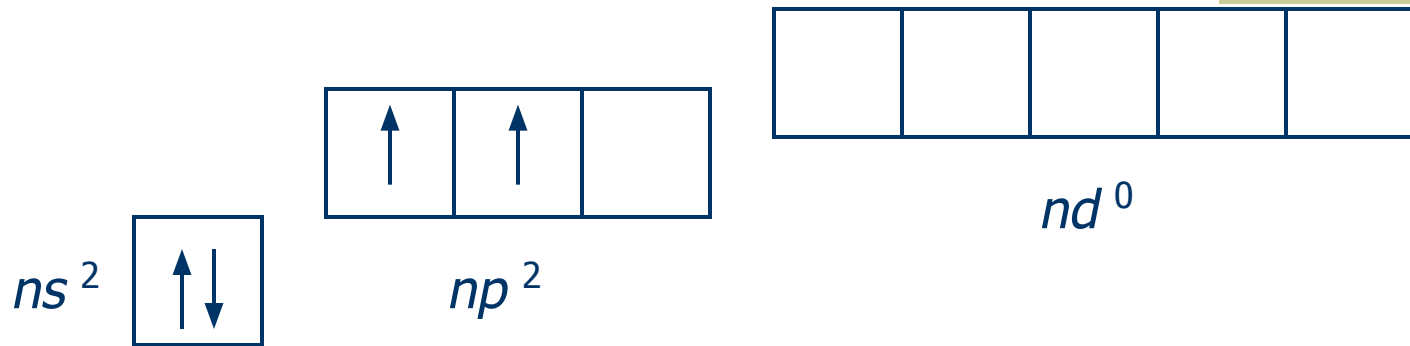
	C	Si	Ge	Sn	Pb
z	6	14	32	50	82
A_r	12	28,1	72,6	118,7	207,2
χ	2,50	2,25	2,02	1,72	1,55

Неметаллы

Амфотерные элементы

Рост металличности

Общая электронная формула:
 $[\dots] ns^2 (n-1)d^{10} np^2$



Валентные возможности:

C: 2, 4;

Si, Ge, Sn, Pb: 2 ÷ 6

Степени окисления: -IV, 0, +II, +IV

Устойчивые ст.ок.: C, Si, Ge, Sn: +IV

(Pb^{IV} – сильн.окисл.). Уст. ст.ок.: Pb: +II

Оксиды элементов IVА-группы

+IV

$\text{CO}_2(\text{г})$ уст.
 $\text{SiO}_2(\text{т})$ уст.
 $\text{GeO}_2(\text{т})$ уст.
 $\text{SnO}_2(\text{т})$ уст.
 $\text{PbO}_2(\text{т})$ с.ОКИСЛ.

Кислотные оксиды

+II

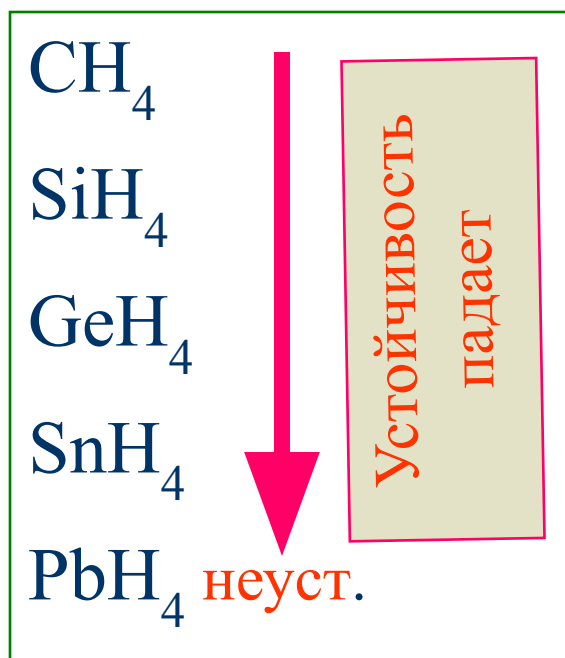
CO
 SiO
 GeO
 SnO
 PbO уст.

Восстан. св-ва

Несолеобр.
оксиды

Амфот. оксиды

Водородные соединения элементов IVА-группы



Склонность к катенации
(образование цепей состава
 $\text{Э}-\text{Э}-\text{Э}-\text{Э}-\text{Э}$) в ряду

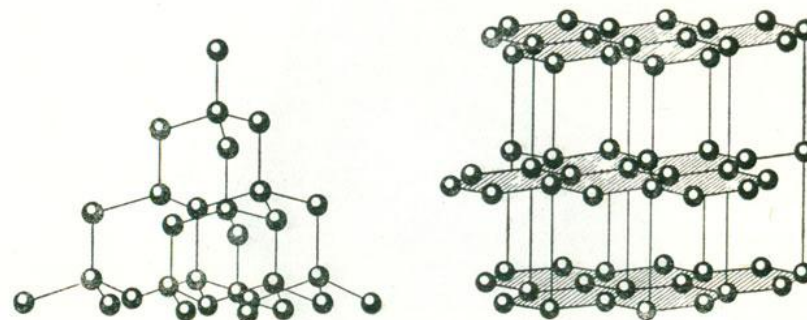
C Si Ge Sn Pb

уменьшается

Простые вещества

Аллотропия

- ◆ Углерод: алмаз (sp^3), графит (sp^2), карбин (sp), фуллерен.
- ◆ Олово «белое» и «серое».



Структура алмаза и графита



Олово белое



Олово серое



Алмаз



Графит

Химические свойства

При комн. темп.

- ◆ $C, Si, Ge + H_2O \neq$
- ◆ $Sn, Pb + H_2O \neq$



Кремний



Германий



Олово



Свинец

Химические свойства

- ◆ $C(T) + KOH \neq$
- ◆ $Si + 4NaOH = Na_4SiO_4 + 2H_2 \uparrow$

Распространение в природе и важнейшие минералы

2. Si 25,80%
(27,72% в литосфере)

13. C 0,087%
(0,032% в литосфере)

31. Sn 0,0035%

35. Pb 0,0018%

46. Ge $6 \cdot 10^{-4}\%$ (РРЭ)

Кремний: кварц, яшма, агат, опал, силикаты, алюмосиликаты



Кварц



Агат

Аметист



Опал



Каолинит

Углерод: графит, алмаз, каменный уголь, нефть, природный газ, орг. в-ва, карбонаты



Графит



Кальцит



Газодобыча



Алмаз



Каменный уголь

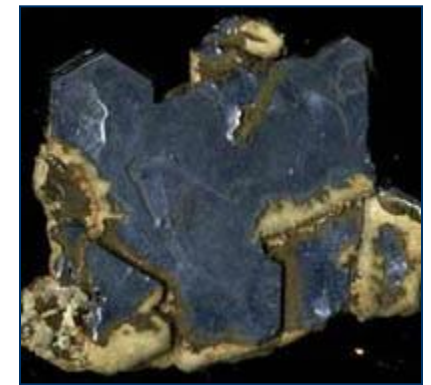
Германий, олово и свинец



Касситерит SnO_2



Германит $(\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cu}_6^{\text{I}}\text{Ge}_2)\text{S}_8$



Галенит PbS

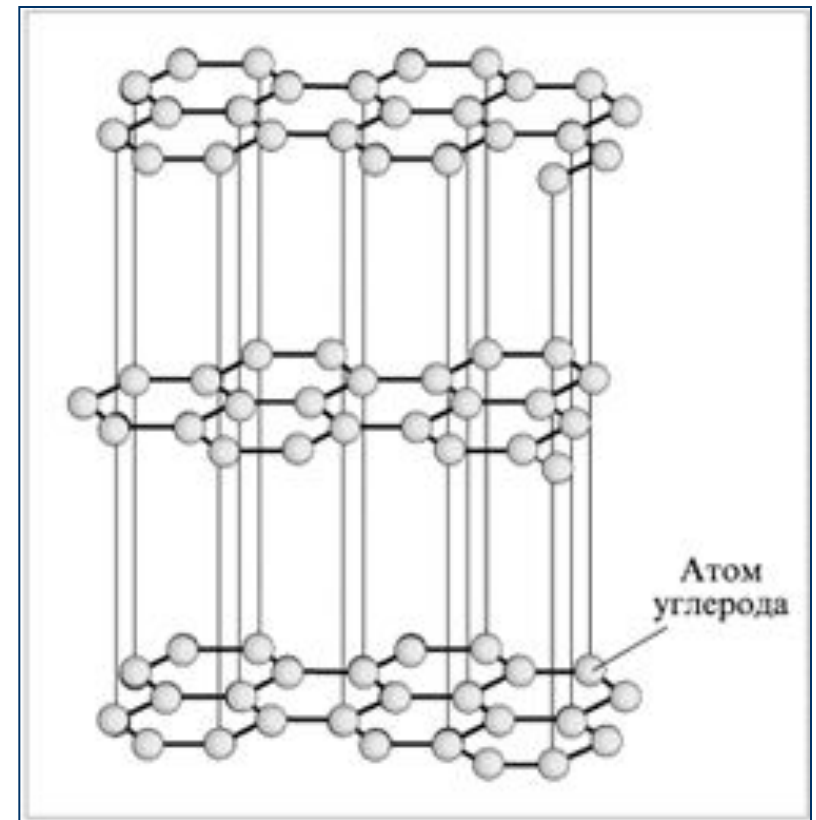
Шкала степеней окисления углерода

+IV	CO_2 , CO_3^{2-} , H_2CO_3 , Na_2CO_3 , CS_2 , CF_4 , CCl_2O , $\text{C}(\text{NH}_2)_2\text{O}$
+II	CO , HCN , C_2F_4
0	C (графит, алмаз, карбин, фуллерен)
-IV	CH_4 , Be_2C , Al_4C_3 , SiC

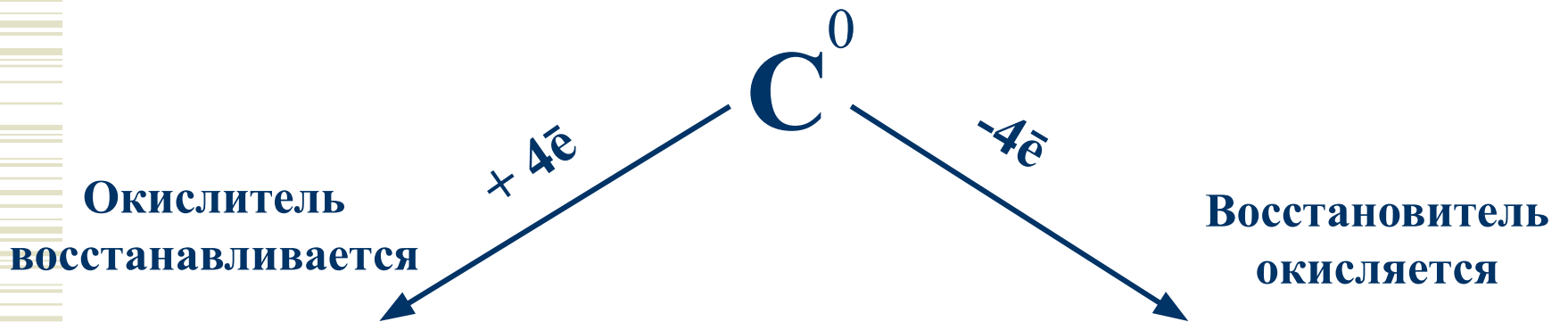
Графит



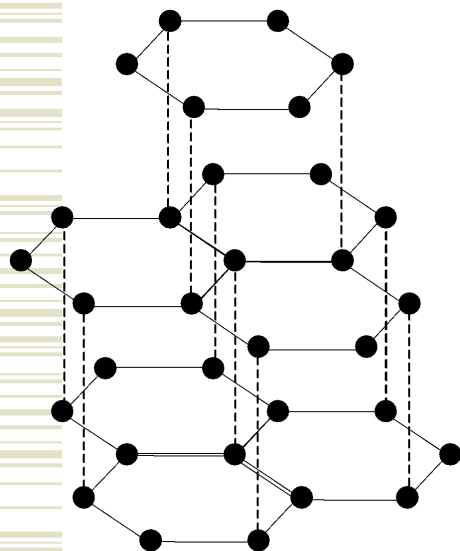
- ◆ Т. пл. 3800 °С, т. кип. 4000 °С, плотность 2,27 г/см³, электропроводен, устойчив.
- ◆ Типичный восст-ль (реагирует с водородом, кислородом, фтором, серой, металлами).



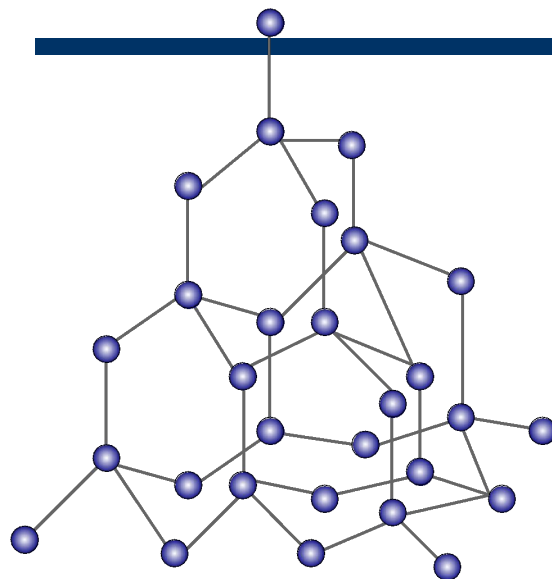
Углерод



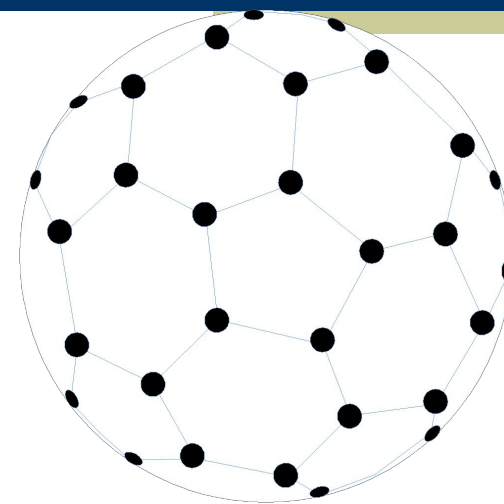
Аллотропные модификации углерода



графит

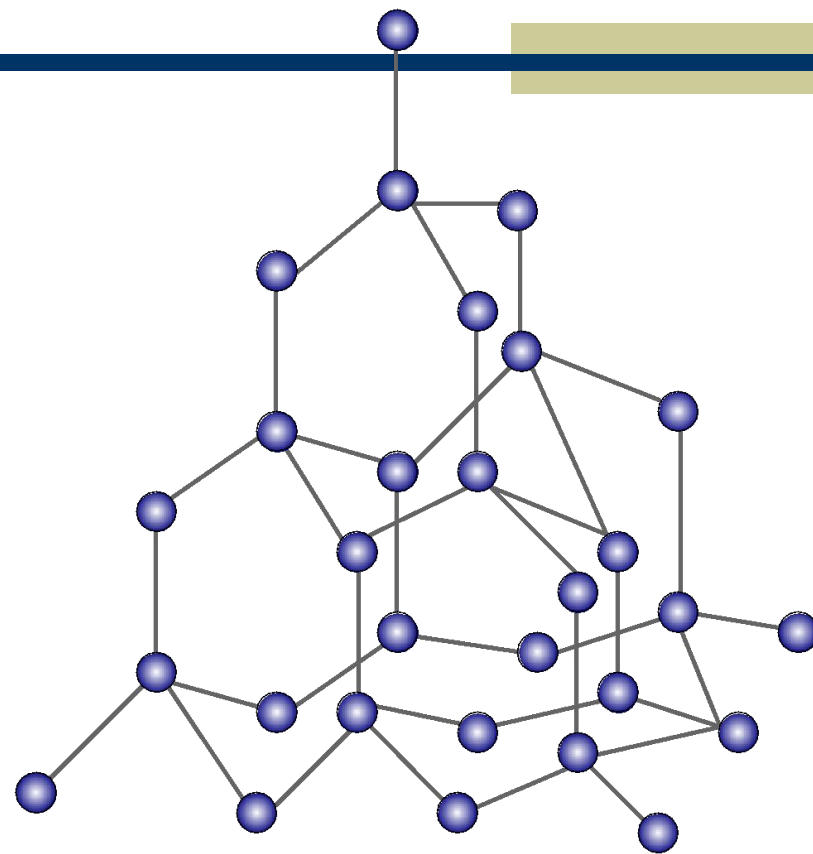


алмаз



фуллерен

А Л М А З





**Звезда ордена
Св. Андрея Первозванного**



Алмаз «Шах»



Скипетр императорский

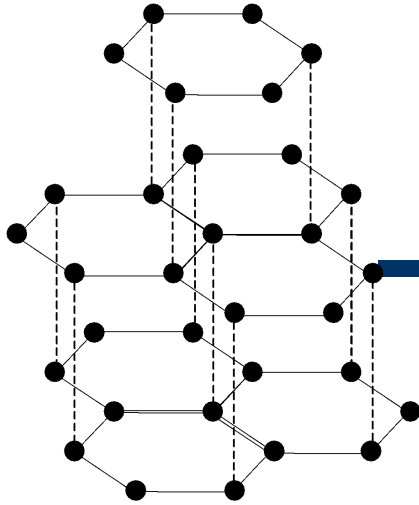


Большая императорская корона



Малая императорская корона

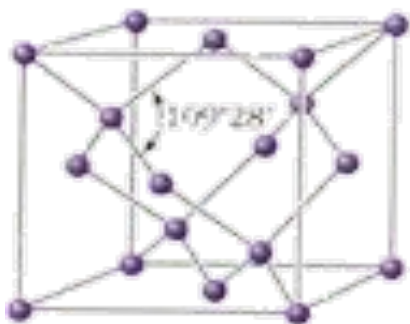
ГРАФИТ



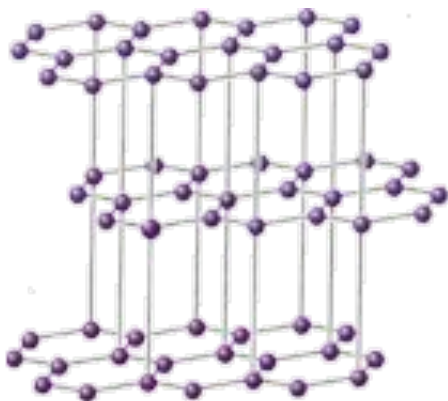
Применение графита:

- Электроды для электролиза
- Облицовка сопел ракетных двигателей
- Смазка для трущихся поверхностей, работающих при очень высоких и очень низких температурах
- Стержни для карандашей

ПОЧЕМУ АЛМАЗ - очень твердый, ГРАФИТ – очень мягкий ?



Алмаз имеет атомную кристаллическую решетку. Это очень симметричная и прочная решетка.



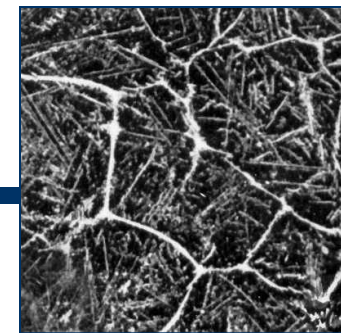
Графит имеет слоистую структуру. Связи между слоями малопрочны.

Угольные фильтры

В бытовых фильтрах, в промышленном производстве, на очистных сооружениях – уголь поглощает вредные вещества из воды



Поверхность стали
под микроскопом

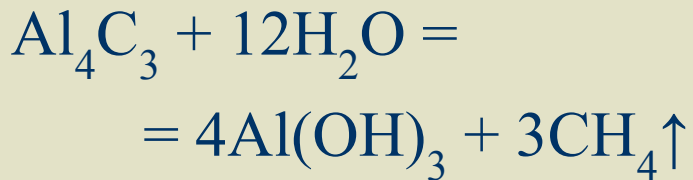
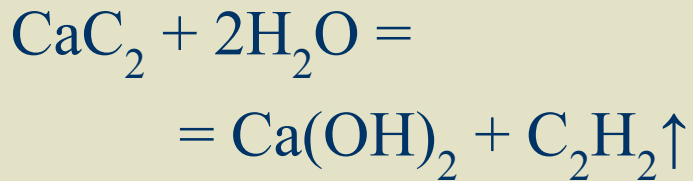


Карбиды

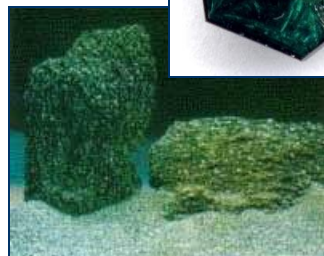


Карбид кальция

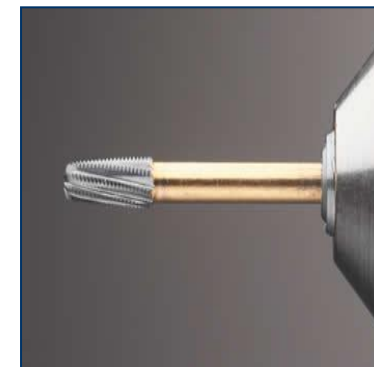
Солеобразные (CaC_2 ,
 Al_4C_3)



Ковалентные
(SiC)

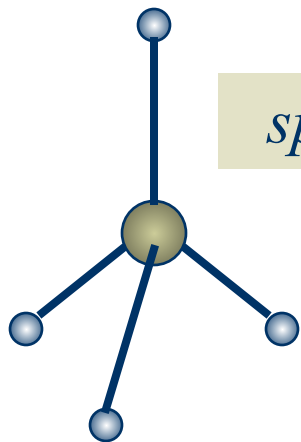


Карбид
кремния



Резец из победита
(сплав на основе
 WC)

Водородные соединения. Метан CH_4

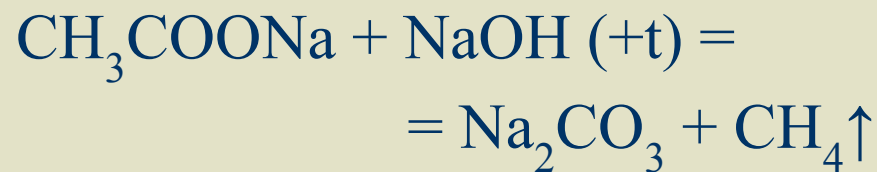


sp^3

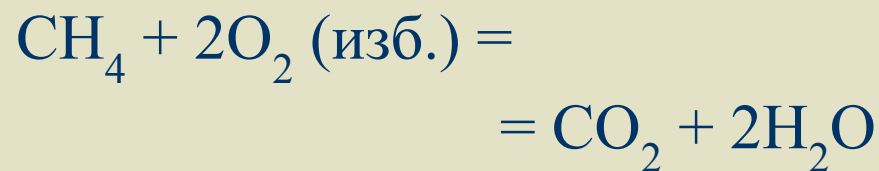
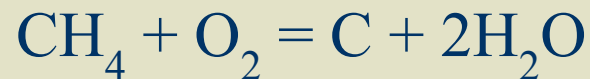


- ◆ CH_4 – газ без цвета и запаха, горюч, главная сост. часть природного газа.

- ◆ **Получение** в лаборатории:

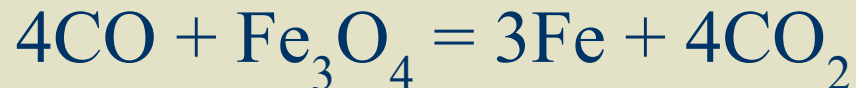


- ◆ **Горение:**



Монооксид углерода CO – несолеобразующий оксид

- ◆ Бесцветный газ, без запаха, легче воздуха, малорастворим в воде,
- ◆ ядовит («угарный газ»).
- ◆ **Восстановительные свойства (t):**



(пиromеталлургия)

Диоксид углерода CO_2 (кислотный оксид)



«Сухой лед»



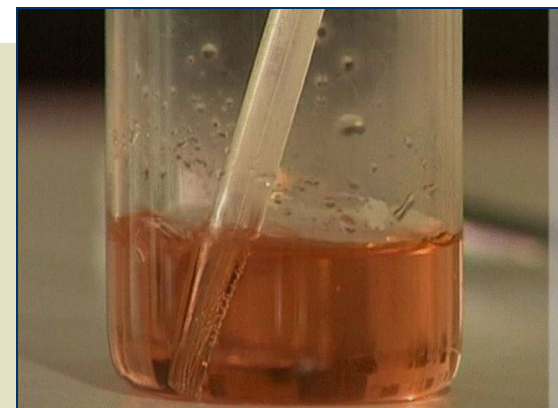
- ◆ Бесцветный газ, без запаха, тяжелее воздуха, умеренно растворим в воде (при комн. т-ре в 1 л воды – около 1,7 л CO_2).
- ◆ В тв. Сост. «сухой лёд»

Моногидрат $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и угольная кислота H_2CO_3

- ◆ В водном растворе:



- ◆ H_2CO_3 – слабая двухосновная кислота:

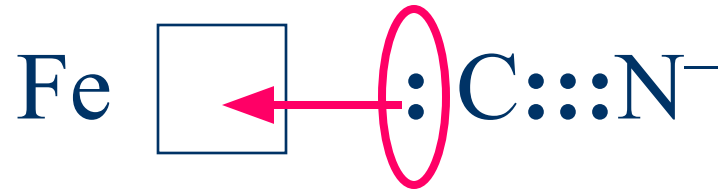


- ◆ Соли – карбонаты и гидрокарбонаты M_2CO_3 и MHCO_3 подвергаются гидролизу ($\text{pH} > 7$).

- ◆ Термическое разложение гидрокарбонатов:



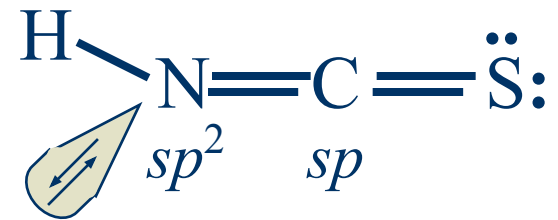
Псевдогалогениды



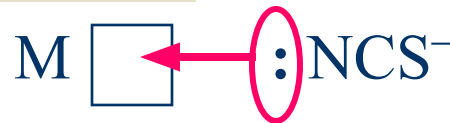
- ◆ Циановодород HCN
- ◆ В водн. р-ре – слабая «синильная кислота»:
$$\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+;$$
- ◆ Цианид-ион CN^- : донорные св-ва, образует прочные комплексы, ядовит.

Псевдогалогениды

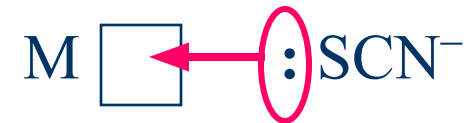
- ◆ **Тиоцианат водорода**
HNCS («родановодород»)
не ядовит.
- ◆ В водном растворе HNCS
- сильная к-та
- ◆ Ион NCS^- : слабые
донорные свойства



HNCS



тиоцианато-N



тиоцианато-S

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																		
	A I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII		VIII		VIII		VIII		V		
1	H 1.00794 Hydrogenium Водород								(H)									He 4.002602 Helium Гелий	
2	Li 6.941 Lithium Литий	Be 9.0122 Beryllium Бериллий	B 10.811 Borum Бор	C 12.011 Carboneum Углерод	N 14.007 Nitrogenium Азот	O 15.999 Oxygenium Кислород	F 18.998 Fluorum Фтор	Ne 20.179 Neon Неон											Ar 39.948 Argon Аргон
3	Na 22.99 Natrium Натрий	Mg 24.305 Magnesium Магний	Al 26.9815 Aluminium Алюминий	Si 28.086 Silicium Кремний	P 30.974 Phosphorus Фосфор	S 32.066 Sulfur Сера	Cl 35.453 Chlorium Хлор	Ar 39.948 Argon Аргон											
4	K 39.098 Kalium Калий	Ca 40.08 Calcium Кальций	Sc 44.956 Scandium Скандий	Ti 47.90 Titanium Титан	V 50.941 Vanadium Ванадий	Cr 51.996 Chromium Хром	Mn 54.938 Manganum Марганец	Fe 55.847 Ferrum Железо											
5	Rb 85.468 Rubidium Рубидий	Sr 87.62 Strontium Стронций	Y 88.906 Yttrium Иттрий	Zr 91.22 Zirconium Цирконий	Nb 92.906 Niobium Ниобий	Mo 95.94 Molybdaenum Молибден	Tc 97.91 Technetium Технеций	Ru 101.07 Ruthenium Рутений											
6	Cs 132.905 Cesium Цезий	Ba 137.33 Barium Барий	La* 138.9055 Lanthanum Лантан	Hf 178.49 Hafnium Гафний	Ta 180.9479 Tantalum Тантал	W 183.85 Wolframium Вольфрам	Re 186.207 Rhenium Рений	Os 190.2 Osmium Осмий											
7	Fr [223] Francium Франций	Ra [226] Radium Радий	Ac** [227] Actinium Актиний	Rf [261] Rutherfordium Ферзбердий	Db [262] Dubnium Дубний	Sg [263] Seaborgium Сиборгий	Bh [262] Bohrium Борий	Hs [265] Hassium Хассий											
	формулы высших оксидов	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇											
	формулы летучих соединений				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH											
ЛАНТАНОИДЫ*	58 Ce 140.12 Cerium Церий	59 Pr 140.908 Praseodymium Прасодим	60 Nd 144.24 Neodymium Неодим	61 Pm 144.91 Promethium Прометий	62 Sm 150.36 Samarium Самарий	63 Eu 151.96 Europium Европий	64 Gd 157.25 Gadolinium Гадолий	65 Tb 158.928 Terbium Тербий	66 Dy 162.50 Dysprosium Диспрозий	67 Ho 164.930 Holmium Гольмий	68 Er 167.26 Erbium Эрбий	69 Tm 168.934 Thulium Туллий	70 Yb 173.04 Ytterbium Иттербий	71 Lu 174.967 Lutetium Лютеций					
АКТИНОИДЫ**	88 Th 232.038 Thorium Торий	89 Pa 231.04 Protactinium Протактиний	90 U 238.03 Uranium Уран	91 Np 237.05 Neptunium Нептуний	92 Pu 244.06 Plutonium Плутоний	93 Am 243.06 Americium Америций	94 Cm 247.07 Curium Кюриум	95 Bk 247.07 Berkelium Берклиум	96 Cf 251.08 Californium Калифорний	97 Es 252.08 Einsteinium Эйнштейний	98 Fm 257.10 Fermium Фермий	99 Md 258.10 Mendelevium Менделеевий	100 No 259.10 Nobelium Нобелиум	101 Lr 260.10 Lawrencium Лавренсий					

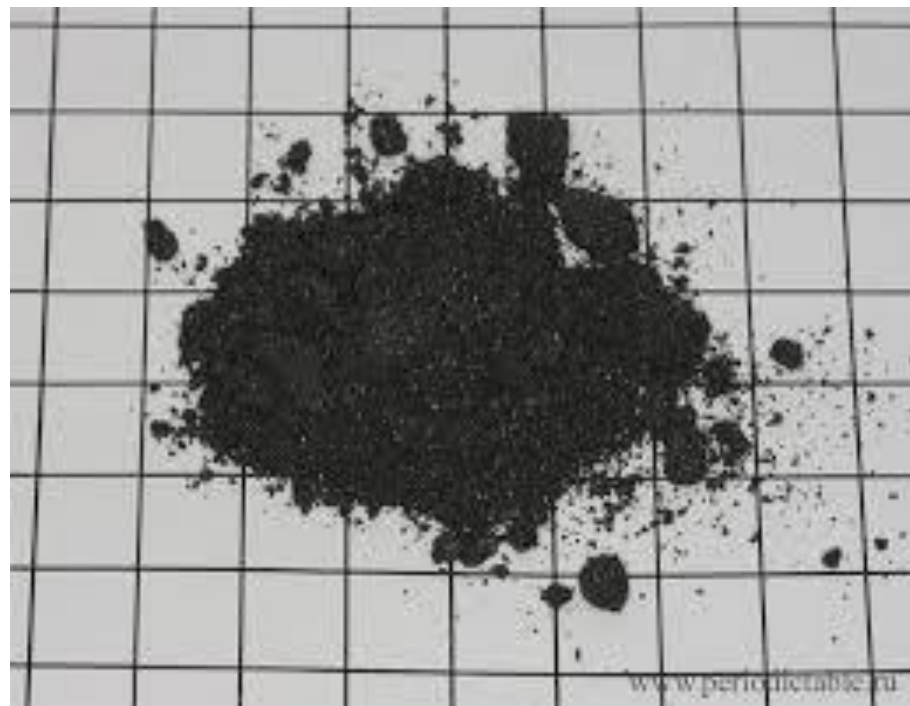
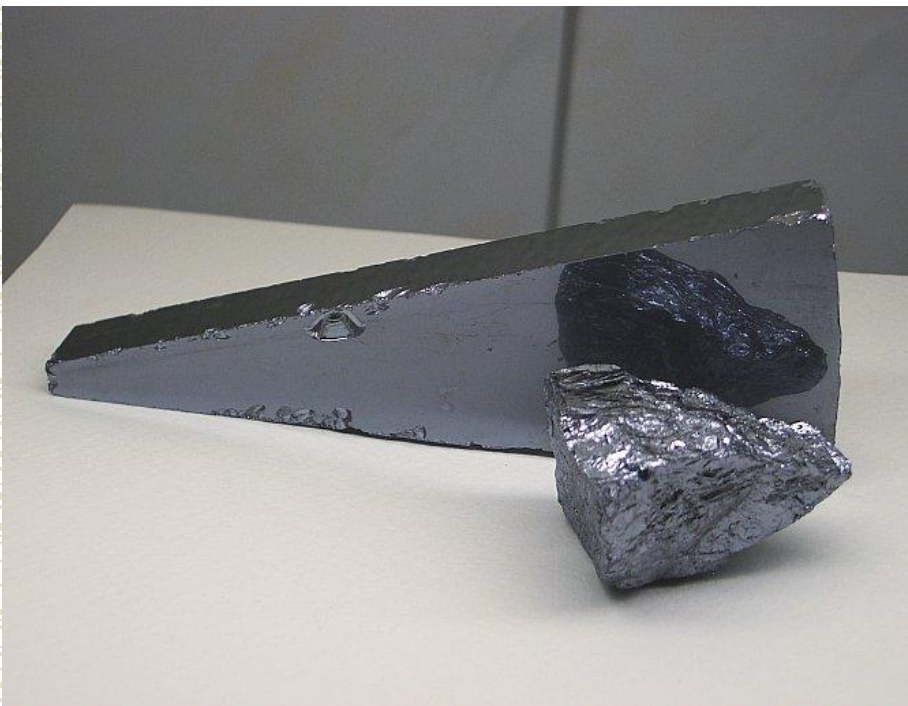


Кремний обладает меньшим значением электроотрицательности и большим радиусом атома, в отличие от углерода, что связано с большим количеством электронных слоёв.

аллотропия КРЕМНИЯ

**Кристаллический
кремний**

**Аморфный
кремний**



Нахождение в природе



кремнезём
(песок)



каолинит
(глина)

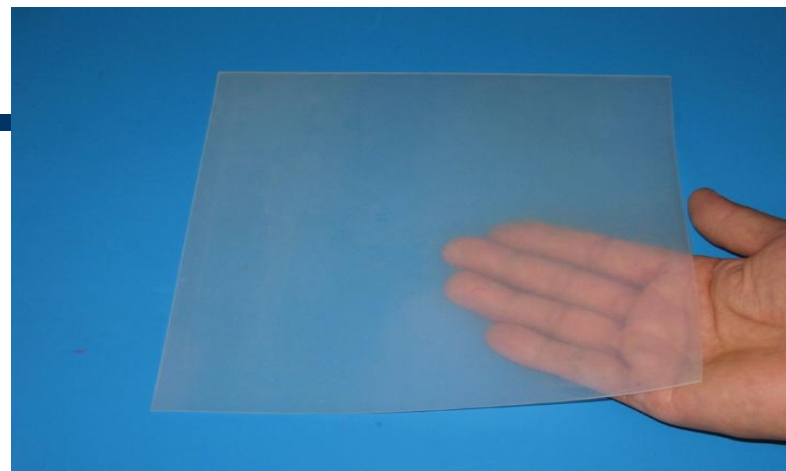


По распространенности занимает второе место после кислорода (26%)

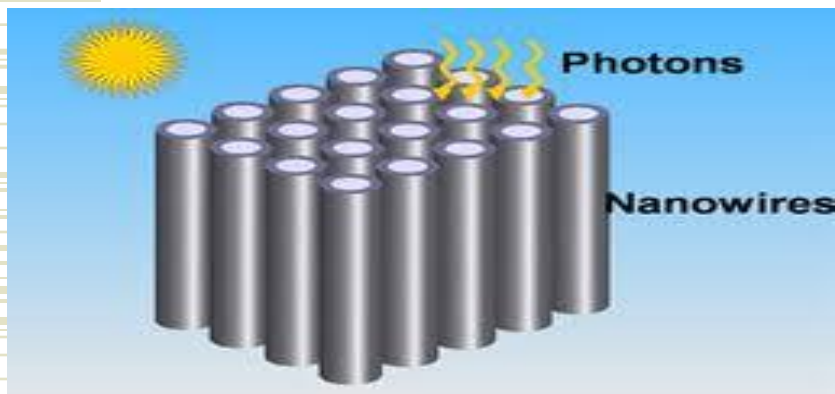
ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНИЯ



Кремнистые стали



Силиконовый каучук



Фотоэлементы



Силиконовый герметик

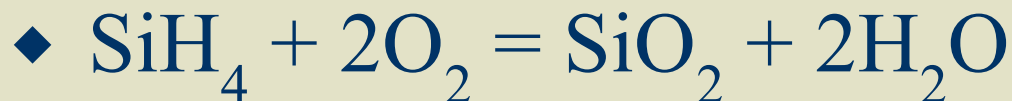


Получение кремния

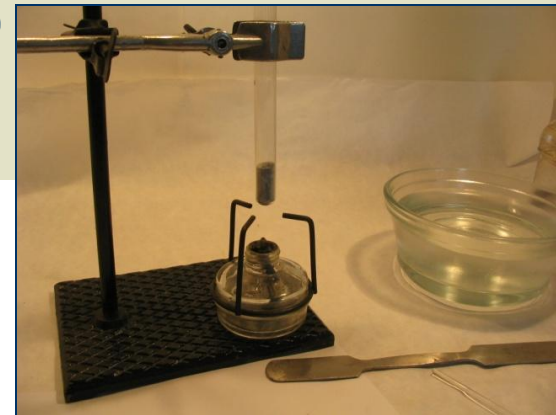
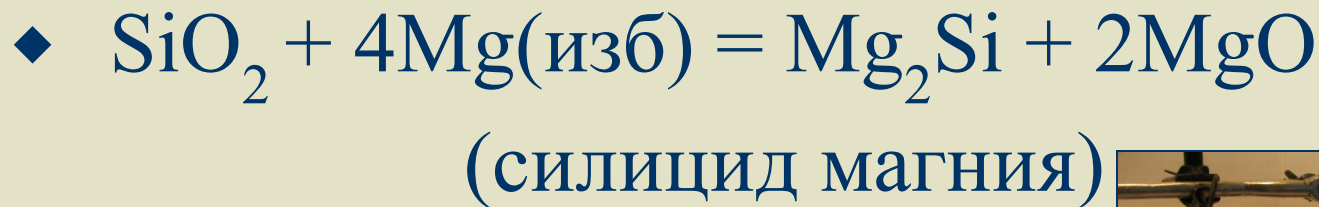


Водородные соединения $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ (силаны)

◆ Моносилан SiH_4 :



Получение силанов:



СОЕДИНЕНИЯ КРЕМНИЯ

Si

ОКСИД
КРЕМНИЯ



КРЕМНЕВАЯ
КИСЛОТА



СОЛИ
КРЕМНЕВОЙ
КИСЛОТЫ

СИЛИКАТЫ

ОКСИД КРЕМНИЯ - SiO_2



песок



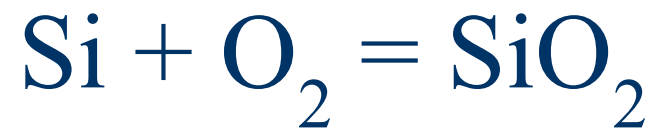
аметист



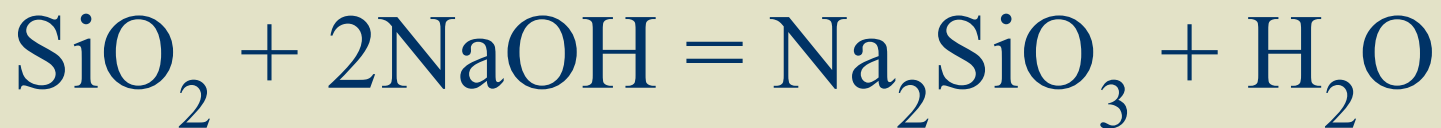
горный хрусталь (кварц)



Взаимодействие кремния с кислородом



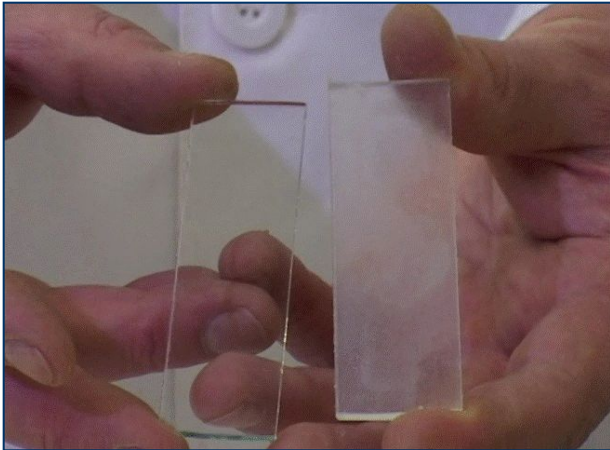
Кислородные соединения -SiO₂ оксид кремния



(силикат натрия)

Травление стекла

- ◆ $\text{SiO}_2 + 6\text{HF (изб.)} = \text{H}_2[\text{SiF}_6] + 2\text{H}_2\text{O}$
(гексафторосиликат водорода)

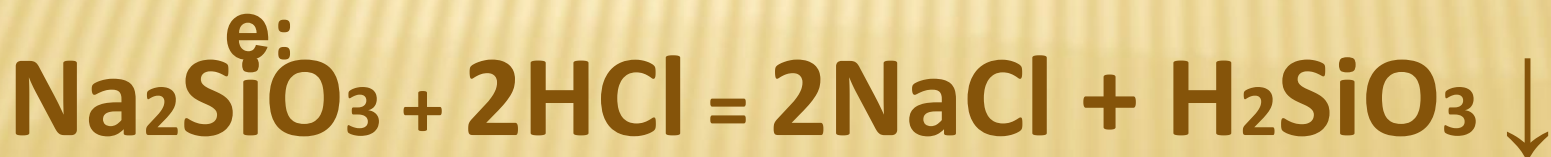


Травление — в технике, растворение поверхности твёрдых тел с практической целью

КРЕМНЕВАЯ КИСЛОТА H_2SiO_3

Кремниевая кислота — это слабая двухосновная кислота, которая в реакциях выпадает в осадок в виде студенистого вещества, которое иногда заполняет весь объём раствора, превращая его в массу похожую на студень, желе.

Получени



кремневая кислота



Получение кремниевой кислоты

- ◆ <https://www.youtube.com/watch?v=hB6GOzNFEaA>

СОЛИ КРЕМНЕВОЙ КИСЛОТЫ

Растворимые силикаты натрия и калия называют жидким стеклом

